

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 775 912 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.1997 Patentblatt 1997/22

(51) Int. Cl.⁶: **G01N 33/00**

(21) Anmeldenummer: **96118420.7**

(22) Anmeldetag: **16.11.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: **21.11.1995 DE 19543296**

(71) Anmelder: **I.T.V.I. INTERNATIONAL TECHNO
VENTURE INVEST AG
9490 Vaduz (LI)**

(72) Erfinder: **Rump, Hanns
63840 Hausen (DE)**

(74) Vertreter: **Spalthoff, Adolf, Dipl.-Ing.
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. A. Spalthoff,
Dipl.-Ing. K. Leigemann,
Postfach 34 02 20
45074 Essen (DE)**

(54) **Apparat und Verfahren zur Ermittlung absoluter Gaskonzentrationen unter Verwendung halbleitender Gassensoren**

(57) Die Erfindung beschreibt eine Methode zur Bestimmung der absoluten Gaspegel mithilfe halbleitender, vorzugsweise oxidischer Gassensoren, wobei die Betriebstemperatur des Sensors zyklisch aus der Normaltemperatur heraus erhöht oder vermindert wird und die den Temperaturen zugeordneten elektr. Widerstände des Sensorelementes erfaßt und ausgewertet werden.

EP 0 775 912 A1

Beschreibung

Es ist bekannt, die Lüftung von Fahrzeugen oder Gebäuden zu steuern, indem durch Sensoren die Qualität z.B. der Außenluft überwacht wird. Immer dann, wenn die Qualität der Außenluft schlechter als ein vorbestimmter Wert wird, wird die Zufuhr von Außenluft unterbunden und die Lüftung wird auf Umluftbetrieb gestellt.

Es ist aus der EP 0 287 599 bekannt, für diesem Zweck als Sensoren Halbleitersensoren mit Zinndioxid als sensitivem Material einzusetzen. Beim Einsatz in Kraftfahrzeugen haben diese Sensoren den Nachteil, daß Abgase von Dieselfahrzeugen nicht detektiert werden. Darum ist vorgeschlagen worden, für oben genannte Zwecke zwei Sensoren einzusetzen, wobei ein Sensor die in Dieselaabgasen typischen NO_x-Gase (reduzierbare Gase) detektiert und z.B. Halbleitersensoren sind mit Wolframtrioxidwirkschicht oder Phthalocyanin als Wirkschicht. Der andere Sensor ist meist ein Zinndioxid-Sensor und detektiert die in Benzinabgasen typischen Kohlewasserstoffverbindungen und Kohlenmonoxid. (oxidierbare Gase).

Weiter ist in der Patent-Anmeldung..PCT/EP94/04338. vorgeschlagen worden, mit einem im instabilen Bereich arbeitenden Metalloxid-sensor aus vorzugsweise einem Gemisch verschiedener Metalloxide sowohl Benzin- als auch Dieselaabgase simultan zu detektieren, indem die durch Gaseinfluß typischen Erhöhungen oder Verringerungen des Sensorwiderstandes ausgenutzt werden, wobei die typischen Absolutbeträge der Widerstandsänderungen ausgenutzt werden. Vorzugsweise wird dabei die Methode der FAST FOURRIER ANALYSE zur Signalbewertung eingesetzt.

Diese Methode hat den Vorteil, mit nur einem einzigen Sensorelement auszukommen und das Auftreten beider Abgasgruppen zuverlässig und kostengünstig detektieren zu können. In seltenen Fällen jedoch zeigt diese Methode ihre Grenzen: Stets dann, wenn ein hoher Pegel an Schadstoffen permanent und in einigermaßen gleicher Konzentration auf das Sensorelement einwirkt, interpretiert die nachgeschaltete Signalauswertung nach der FFA-Methode das Ausbleiben von Signaldynamik als Vorhandensein unbelasteter Außenluft und öffnet die Lüftungszufuhr, obwohl unter gewissen Umständen das Fahrzeug z.B. in der Tiefgarage mit sehr hoher Luftbelastung steht und es sinnvoller wäre, die Luftzufuhr in dieser Situation nicht zu öffnen.

Die hier vorgestellte Erfindung zeigt einen vorteilhaften Weg auf, auch diese seltenen Situationen zuverlässig und funktionsgerecht zu beherrschen.

Dabei nutzt die Erfindung die Beobachtung aus, daß die Reaktion metalloidischer Sensoren gegenüber oxidierbaren und/oder reduzierbaren Gasen sehr stark abhängig ist von der Temperatur der gassensitiven Metalloxidschicht. Typisch für fast alle Metalloxide ist z.B., daß bei hohen Temperaturen die Reaktion auf oxidierbare Gase höher ist als bei niedrigen Temperaturen

und die Reaktion auf reduzierbare Gase bei niedrigen Temperaturen größer ist als bei höheren Temperaturen. Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Zusammenhang, wobei die Abhängigkeit von NO_x (1.1.) und Kohlewasserstoffen (1.2) dargestellt ist.

Weiter ist bekannt, daß die spezifischen Empfindlichkeit der Sensoren gegenüber verschiedenen Zielgasen sich mit der Sensortemperatur verändert.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die Effekte an Metalloxid- und anderen Halbleitersensoren auszunutzen, die im Zusammenhang mit Temperaturänderungen der Wirkschicht auftreten, um auf das Vorhandensein von Gasen schließen zu können.

Fig.2 zeigt den grundsätzlichen Gedankenansatz: Die Betriebstemperatur des Sensorelementes wird ausgehend von einem Normalwert (2.6) auf einen höheren Wert (2.7) umgeschaltet. Nach einstellbarer Zeit wird wieder der Normalwert (2.8) eingeschaltet, um anschließend auf einen verminderten Temperaturwert (2.9) abgesenkt zu werden. Anschließend wiederholt sich dieser Zyklus. Die jeweiligen Zeiten sind für jeden Schritt identisch und für diese Darstellung so gewählt, daß sich ein Gleichgewichtszustand im Verhältnis der Luft zur Wirkschicht einstellen kann. Jeder Schritt wird insofern mindestens einige Minuten lang sein.

Dann ergibt sich eine typische Veränderung des Widerstandsverlaufes der Sensorwirkschicht. Bei Normaltemperatur und dem Angebot normaler Luft ergibt sich ein Widerstandswert von (2.5), der sich bei höherer Temperatur der Wirkschicht verändert auf (2.1), sich bei Normaltemperatur wieder auf (2.2) einpegelt, sich bei Untertemperatur auf (2.3) verändert und bei Rückkehr auf Normaltemperatur wieder den Normalwert (2.4) anstrebt. Sensoren reagieren sehr empfindlich auf Temperatursprünge. Es dauert sehr lange, bis sich nach einem Temperatursprung stabile Verhältnisse eingestellt haben. Die Kurve verläuft meist als e-Funktion.

Fig. 3 zeigt den Widerstandsverlauf des Sensorelementes, wenn die Temperatursprünge in kürzeren Zeiten erfolgen. Ausgehend vom Normalwert (3.5) erreicht der Sensorwiderstand zum Ende der Überheizung einen Höchstwert, wobei zu diesem Zeitpunkt noch kein Gleichgewichtszustand, bzw. Sättigung eingetreten ist. Am Ende des Betriebes mit Normaltemperatur (3.2) ist der Ausgangswert noch nicht erreicht. Die Absenkung der Sensortemperatur erzwingt bereits ein Absinken des Sensorwiderstandes auf den Wert (3.3), bevor der Ausgangswert erreicht wird. Die nunmehr erneut eingeschaltete Normaltemperatur veranlaßt den Sensorwiderstand wieder zur Steigungsumkehr. Vor Beginn der Überheizungsphase ist ein Sensorwiderstand (3.4) erreicht, der unter dem bei stabilen Verhältnissen liegenden Wert liegt. Zwischen den Punkten (3.2) und (3.4) kann leicht ein Differenzbetrag (3.12) ausgemacht werden.

In der Darstellung ist ein Sensorwiderstandsverlauf gezeigt, wobei der Sensor zusätzlich mit einer geringen Konzentration NO₂, ca. 300ppb begast wird. In diesem Fall liegen die Punkte (3.8) und (3.10) deutlich weiter

auseinander. Der Differenzbetrag (3.11) ist deutlich höher als der Differenzbetrag bei Normalluft (3.12). Dieser Differenzbetrag gibt Auskunft über die Konzentration reduzierbarer Gase in der Umgebungsluft des Sensors.

Die vorerwähnte Hysterese erklärt sich aus der Tatsache, daß Zeiten zur Erreichung eines stabilen Gleichgewichts zwischen dem Luftsauerstoff und dem oxidischen Sensormaterial abhängig sind von der Größe des Temperatursprunges, von der Dauer der Verweilzeiten in den verschiedenen Temperaturen und von der Anwesenheit von oxidierbaren oder reduzierbaren Substanzen in der Luft. Bei Anwesenheit dieser Substanzen werden die Zeiten verlängert, was zur Erhöhung der erwähnten Hysterese führt. Es gilt die Aussage, daß die Größe der Hysterese ein Maß für die Anwesenheit chemisch reaktiver Gase in der Umgebungsluft des Sensors ist.

In Fig. 4 und Fig.5 ist gezeigt, wie sich die Hysterese bzw. der Signalverlauf verändert, wenn die temporäre Temperaturerhöhung ungleich der temporären Temperaturabsenkung ist. In Fig. 4 ist die Absenkung (°K) geringer als die Erhöhung. In Fig. 5 ist es umgekehrt. Die Analyse der Signale zeigt typische Veränderungen im Signalverlauf.

Dabei ist es von Bedeutung, nicht nur die Hysterese lt. Fig. 3 zu betrachten, sondern auch die Pegeldifferenz zwischen Höchstwert und Annäherungswert an den Normalwert (1), die Pegeldifferenz zwischen Minimalwert und dem zugeordneten Annäherungswert an den Normalwert (3) und natürlich der Hysterese (2). Wird die Temperaturabsenkung kleiner gehalten als die Temperaturerhöhung (Fig. 4) ist bei Anwesenheit von oxidierbaren Gasen die Differenz zwischen Maximumwert und zugeordnetem mittleren Wert (4.1) größer als die Differenz zwischen Minimalwert und zugeordnetem mittleren Wert (4.3). Bei Begasung mit reduzierbaren Gasen verhält es sich umgekehrt.

Wird die Temperaturerhöhung größer als die Temperaturabsenkung, kommt es zu ähnlichen Beobachtungen (Fig.5). Je nach Art des Metalloxides ist die Differenz zwischen Min- bzw-Maximalwert und zugeordnetem Mittelwert eine Funktion des Betrages der Temperaturänderung, der Temperaturwechselzeit, des Verhältnisses des positiven oder negativen Änderungsbetrages und der Art und Konzentration des zugeführten Gases. Um alle in diesem Zusammenhang stehenden Effekte beobachten zu können, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die Temperaturen entsprechend Fig. 6 variabel zu verändern. Dabei werden jeweils kleine und große Temperatursprünge einander abgewechselt mit dem Ziel, die in Fig. 4 und Fig. 5 vorgestellten Effekte bei nichtsymmetrischer Änderung der Temperaturbeträge beobachten zu können.

Eine weitere Variationsmöglichkeit zeigt Fig. 7. Dabei wird die Zeit variiert, in welcher die geänderte Temperatur auf den Sensor einwirkt. Im Grunde ist es vergleichbar, ob die Temperatur sich um einen geringen Betrag über einen längeren Zeitraum verändert oder ob

die Temperatur über einen kurzen Zeitraum um einen großen Betrag verändert wird.

Eine weitere Methode, gasinduzierte Signifikanzen auswerten zu können, wird in der Möglichkeit gesehen, einen Temperaturwechselzyklus ähnlich wie Fig. 3 zu erzeugen. Die Temperaturwechselfrequenz wird erfindungsgemäß so gewählt, daß sie in etwa 2-4x schneller ist als die T_{90} -Zeit. (Das ist die Zeitspanne, bei der nach Temperatursprung sich das Signal dem Verlauf einer e-Funktion folgend, dem Endwert um 90% angenähert hat.). Das sich ergebende Sensorsignal ähnelt dann einer Sinuskurve mit mehr oder weniger großen nichtlinearen Verzerrungen.

Erfindungsgemäß wird der Anteil der Verzerrungen mit Hilfe einer Fourier-Analyse berechnet. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dabei bis zur zwanzigsten Oberwelle der Temperaturwechsel-frequenz zu gehen. Das sich ergebende Spektrum ist jeweils typisch für Normalluft und für belastete Luft, wobei sich Signifikanzen ergeben, die Aussagen über Art und Konzentration des angebotenen Gases erlauben.

Die Unterscheidung reduzierbarer und oxidierbarer Gase ist mit dieser Methode sehr einfach zu treffen, weil bei Begasung mit einem Gas aus einer dieser Gruppe oder bei Begasung mit einem Gemisch aus Gasen dieser Gruppe sich hervorragende und sehr deutliche Unterscheidungen ergeben, wie schon die Betrachtung von Fig. 3 erwarten läßt.

Je nach Aufgabenstellung kann es vorteilhaft sein, den Temperaturwechselzyklus temperatursymmetrisch oder nichtsymmetrisch ablaufen zu lassen, was jeweils in Abhängigkeit vom sensitiven Material des Sensors zu sehr unterschiedlichen Aussagen führt. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß ein Mikrorechner die sich ergebenden Spektren mit vorher abgelegten Mustern von Spektren vergleicht und aus den Ergebnissen Aussagen über Art der Gase und dessen Konzentration zu machen.

Ebenfalls erzeugt eine Methode nach Fig. 10 Informationen über Gasangebote. Dabei wird zu Beginn einer Phase jeder Temperaturerhöhung oder -reduzierung der Gradient der Widerstandsänderung (10.1) festgestellt. Zum Ende dieser Phase wird erneut der Gradient der Widerstandsänderung festgestellt. Das Verhältnis der Gradienten zueinander gibt Auskunft über das Vorhandensein von Gasen. Bei manchen Anwendungen genügt es, eine einzige Richtung (Erhöhung oder Absenkung der Temperatur) zu untersuchen, um die gewünschten Informationen zu erhalten. Vorzugsweise wird diese Methode nach Fig. 10 jedoch sowohl im Falle der zyklischen Temperaturerhöhung wie auch der -reduzierung eingesetzt, wobei die Betrachtung aller gewonnenen Informationen erfolgt.

Zur Auswertung der erfindungsgemäßen Methoden ist notwendig ist ein Aufbau, ähnlich Fig. 8: Ein Sensorelement (2) enthält eine gassensitive Wirkschicht (4) aus z.B. Metalloxid oder einem Gemisch aus Metalloxiden und eine Heizung (2), die elektrisch mit einem Heizungsregler (6) verbunden ist und vorzugsweise aus

einem Material wie Platin besteht, dessen Widerstand einen hohen Temperaturkoeffizient aufweist, der zu Regelungszwecken herangezogen werden kann. Gelegentlich wird ein anderer Heizer verwendet wobei dann im Sensor ein Temp. Sensor integriert ist, der die Sensortemperatur erfaßt und dem Heizungsregler (6) meldet. Dieser Heizungsregler bekommt die drei Solltemperaturen über eine Datenleitung (7) gemeldet, die von der zentralen Steuer- und Regeleinheit (1) abgeleitet werden. Die zentrale Steuer- und Regeleinheit ist vorzugsweise ein Microprozessor (μP). Das Sensorsignal wird über die elektrische Verbindung (5) in den μP eingelesen. Der μP hat einen Schaltausgang (8), der die Eingangs beschriebene Lüftungsklappe ansteuert und eine digitale Schnittstelle z.B. des Standards RS 232 (9) bedient.

Für die Applikation „Lüftung von Fahrzeugen“ wird erfindungsgemäß und vorteilhaft ein Ablauf vorgeschlagen, der in Fig. 9 prinzipiell dargestellt ist: In einer Initialisierungsphase (1) wird das Sensorelement vorgeheizt und erreicht seinen Betriebszustand. Diese Phase dauert etwa 30-60sec. und es wird vorgeschlagen, in dieser Phase die Lüftungsklappe geschlossen zu halten, weil daβ Fahrzeug z.B. in seiner eigenen Abgaswolke sich befinden könnte und eine offene Lüftung Nachteile haben könnte. Nach Ende der Initialisierung (2) wird die Lüftung geöffnet.

Anschließend arbeitet das Programm in einer Routine, die in der Pat.Anmeldung PCT /EP94/04338... beschrieben ist und bei der absolute Änderungsbeträge des Sensorelementes, unabhängig von der Richtung der Änderung, gesucht und bewertet werden. Bei Erreichen von Kriterien(4), die auf das Erreichen einer ungewöhnlichen Schadstoffbelastung schließen lassen und die in der genannten Pat.Anmeldung näher beschrieben sind, wird die Luftzufuhr unterbrochen (5) und diese Programmsequenz wird verlassen. Die Programmsequenz (6) arbeitet mit den im Rahmen dieser Patentanmeldung beschriebenen Methoden. Durch zyklische Umschaltung der Temperatur des Sensorelementes wird festgestellt, ob sich die Belastung der Luft wieder einem frei definierten Wert annähert, der als „gering belastete Außenluft“ zu beschreiben ist. Wenn das der Fall ist (7), wird die Lüftung wieder für die Außenluft geöffnet (2) und die vorbeschriebene dynamische Bewertung der Sensorsignale (3) wird vorgenommen.

Vorteilhaft verbindet diese Abfolge die außerordentlich schnelle und sichere Detektion von reduzierbaren oder oxidierbaren Gase kurz nach dem Auftreten nach der Lehre der genannten Pat.Anmeldung mit sehr schneller Schließung der Lüftung und die neue, erfindungsgemäße Möglichkeit, die Öffnung der Lüftung durch Feststellen des absoluten Gaspegels so zu steuern, daß niemals eine belästigende, hohe Gaskonzentration von außen in das Fahrzeug eindringen kann.

Es kann im Programm des μP vorgesehen werden, die maximale Schließzeit der Lüftung auf einen frei wählbaren Wert zu begrenzen, um der Unterschreitung einer sicheren Sauerstoffpegels innerhalb des Fahrzeuges

vorzubeugen.

Die Erfindung wird immer dann erfolgreich eingesetzt, wenn kostengünstig mit einem einzigen Sensorelement auf den absoluten Gaspegel verschiedener Gase geschlossen werden muß, insbesondere bei gleichzeitiger Anwesenheit von oxidierbaren und reduzierbaren Gasen, die sich bei Betrieb mit konstanter Temperatur gegenseitig beeinflussen oder sogar völlig maskieren können. Weiter ist vorteilhaft jedes Driftverhalten des Sensorelementes ohne Belang, weil Pegeldifferenzen und keine statischen Pegel ausgewertet werden. Zuletzt ist der Einfluß von Luftfeuchte bei Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens nahezu völlig unterdrückt, weil in der relativ kurzen Zeit der Temperaturänderung ein Mittelwert in Bezug auf die Luftfeuchte sich einstellt und daher die Luftfeuchte keinen Einfluß auf die erfindungsgemäße Auswertemethode hat.

Es liegt auf der Hand, daß die Schärfe der mit dem Verfahren möglichen Gasanalyse mit der Zahl der Sensorelemente und der Zusammensetzung der gassensitiven Schicht weiter erhöht werden kann. So kann es erfolgreich sein, Sensorelemente mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auszuwerten, die aus Zinndioxid mit verschiedenen Zuschlägen bestehen. (z.B. Platin, Palladium). Diese Sensoren können z.B. mit Sensoren kombiniert werden, deren Wirkschicht aus Zinkoxid, Galliumoxid, oder aus Wolframtrioxid oder aus einem Gemisch verschiedener Metalloxide besteht. Das bei den einzelnen Sensoren gewonnene Spektrum unterscheidet sich bei verschiedenen Gasen und deren Gemischen stets in signifikanter Weise und die rechnerische Verkopplung der einzelnen Spektren z.B. in einer Matrix gibt vergleichsweise kostengünstig, schnell und zuverlässig Auskunft über die Natur und Konzentration der den Sensoren angebotenen Gase.

Bei der Auswertung werden erfolgreich neuronale Netze eingesetzt.

Die Kombination der Merkmale der Erfindung mit anderen Methoden der Sensorsignalverarbeitung ist möglich, wobei der Grundgedanke der Erfindung stets der ist, daß die Temperatur des Sensorelementes zyklisch geändert wird und die typische Abweichung vom Temperaturverlauf bei normaler Luft zur Bestimmung von Konzentration und Art der vorhandenen Gase ausgenutzt wird.

Patentansprüche

1. Apparat und Verfahren zur Detektion von Gasen unter Verwendung von Halbleiter-Gassensoren mit vorzugsweise Metalloxiden als gassensitiver Wirkschicht, und einer den elektrischen Widerstand des Sensorelementes auswertenden und die Heizung des Sensorelementes steuernden und regelnden elektrischen Steuer- und Auswerteeinheit, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur der Wirkschicht des Sensorelementes aus der Normalbetriebstemperatur heraus um einen jeweils frei bestimmbar Betrag erhöht bzw. vermindert wird,

anschließend wieder auf die Normalbetriebstemperatur gebracht wird und anschließend wieder um einen frei bestimmbaren Betrag vermindert bzw. erhöht wird, wobei die Zeiten in den einzelnen Schritten der Abfolge gleich oder frei bestimmbar sind und stets kürzer sind als diejenige Zeit, die das Sensorelement nach Auftreten eines Gasimpulses benötigt, um 90% des Sättigungspegels zu erreichen, wobei die durch den Einfluß von Gasen verursachten Änderungen des Sensorwiderstandsverlaufes durch Vergleich mit dem Sensorwiderstandsverlauf bei Normalluft untersucht wird, wobei der Widerstandsverlauf des Sensors unter Einfluß vorstehenden Temperaturzyklus bei Normalluft als Erfahrungswert ganz oder zum Teil in der Steuer- und Auswerteeinheit gespeichert ist.

2. Apparat und Verfahren nach Anspruch 1., dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorwiderstandswerte innerhalb des Temperaturzyklus jeweils zu Zeitpunkten bestimmt und der Verarbeitung zugeführt werden, welche in einem festen Phasenverhältnis zu den Schaltpunkten des Temperaturänderungszyklus stehen.
3. Apparat und Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorwiderstandswerte jeweils kurz vor oder nach dem Abschluß der Phasen erfaßt werden, in denen der Sensor mit erhöhter oder verminderter oder normaler Temperatur betrieben wird, wobei die Differenz der so gewonnenen Beträge als Ausgangswert für die Berechnung der tatsächlich vorhandenen Gaskonzentration genutzt wird.
4. Apparat und Verfahren nach Anspruch 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der Sensorwiderstände jeweils kurz vor oder nach Ende der Aufheizperiode und kurz vor oder nach Ende der anschließenden Periode des Betriebs in Normaltemperatur gebildet wird und daß die Differenz der Sensorwiderstände kurz vor oder nach Ende der Temperaturabsenk-Periode und kurz vor oder nach Ende der anschließenden Periode des Betriebs in Normaltemperatur gebildet wird und daß die beiden so gebildeten Differenzbeträge voneinander subtrahiert werden, wobei der so ermittelte Betrag als Ausgangswert für die Berechnung der tatsächlich vorhandenen Gaskonzentration genutzt wird.
5. Apparat und Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden ermittelten Differenzbeträge in ein Verhältnis zueinander gesetzt werden, wobei der ermittelte Betrag als Ausgangswert für die Berechnung der tatsächlich vorhandenen Gaskonzentration genutzt wird.
6. Apparat und Verfahren nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch kenn-

zeichnet, daß der Sensorwiderstandswert kurz oder vor Ende des Betriebs in Normaltemperatur nach einer Aufheizperiode gemessen wird und mit dem Sensorwiderstandswert kurz oder vor Ende des Betriebs der nachfolgenden Periode in Normaltemperatur nach einer Absenkperiode gemessen wird und daß die Differenz der ermittelten Sensorwiderstände als Ausgangswert für die Bestimmung der tatsächlich vorhandenen Gaskonzentration genutzt wird, wobei es unerheblich ist, ob zuerst der einer Temperaturerhöhungsperiode oder der einer Temperaturabsenkungsperiode bestimmt wird.

7. Apparat und Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aus den wechselnden Sensorwiderständen sich ergebende elektrische Signalverlauf unter Zugrundelegung der Frequenz des Heizänderungs-Zyklus nach der Methode der Fourier-Analyse auf Oberwellen hin untersucht wird, wobei das sich so ergebende Spektrum die Informationen zur Bestimmung von Gassubstanz und / oder Gaskonzentration liefert.
8. Apparat und Verfahren nach Anspruch 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchführung des Verfahrens unter Einsatz eines artifiziellen neuronalen Netzes erfolgt.
9. Apparat und Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Differentialquotient der Sensorwiderstandsänderung unmittelbar nach Umschaltung in einen anderen Temperaturzustand erfaßt wird und daß der Differentialquotient der Sensorwiderstandsänderung unmittelbar vor Ende des jeweiligen Temperaturzustandes erfaßt wird und daß die Differentialquotienten rechnerisch miteinander verglichen werden und daß das Ergebnis herangezogen wird zur Bestimmung der Gaskonzentration.
10. Apparat und Verfahren nach Anspruch 1-9, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren nach mind. einem der vorangegangenen Ansprüche benutzt wird, um die absolute Konzentration von Gasen in der Außenluft von Kraftfahrzeugen zu Zwecken der Steuerung der Lüftungsklappen zu ermitteln, wobei die Lüftung bei höher als üblicher Gaskonzentration geschlossen wird oder die Lüftung bei der Verminderung des Gaspegels in Bezug auf den Gaspegel bei Schließung der Lüftung wieder geöffnet wird.
11. Apparat und Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß lediglich die Funktion „Öffnen der Lüftung“ durch Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 1-9 gesteuert wird und die Funktion „Schließen“ der Lüftung nach einem beliebigen anderen Verfahren erfolgt, wobei der absolute Gaspegel nach Schließung der Lüftung erfaßt und

gespeichert wird und verglichen wird mit dem jeweils aktuellen Gaspegel, wobei das Schaltkriterium beliebig die Verminderung um einen absoluten Betrag, um einen proportionalen Betrag oder um einen zeitabhängig variablen proportionalen Betrag sein kann. 5

10

15

20

25

30

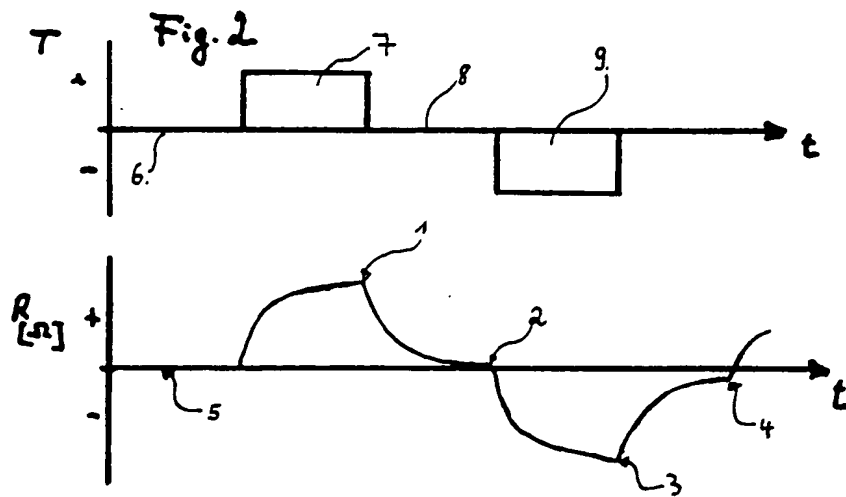
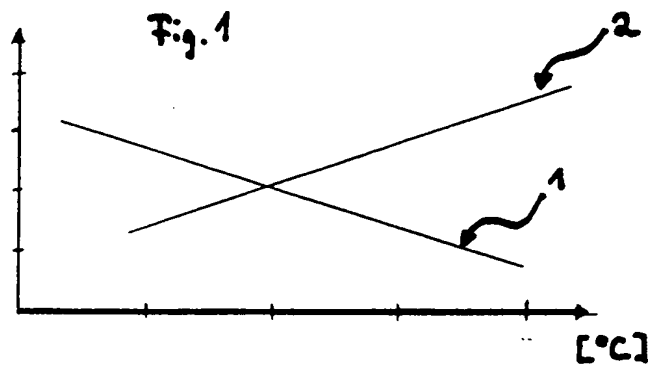
35

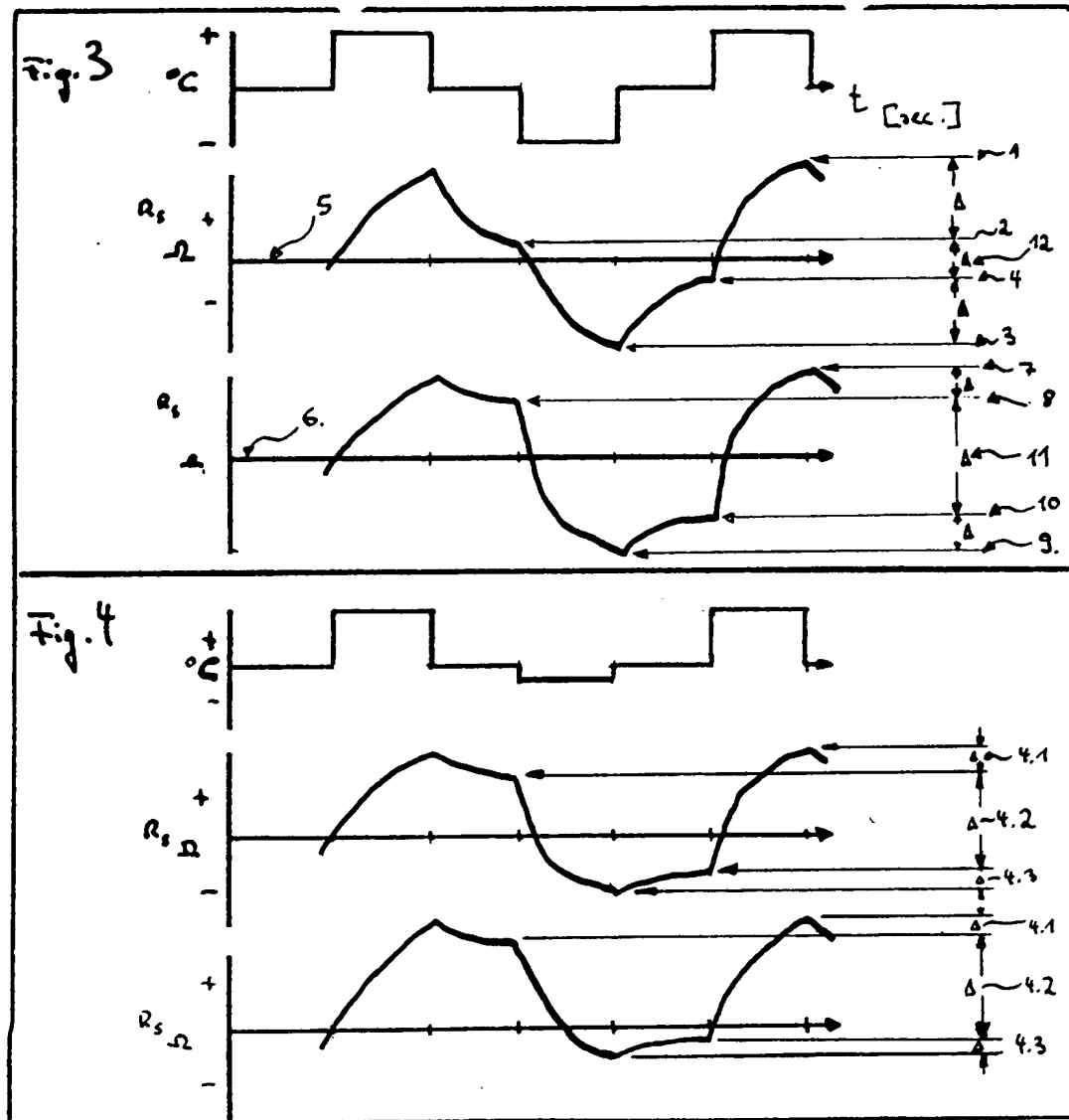
40

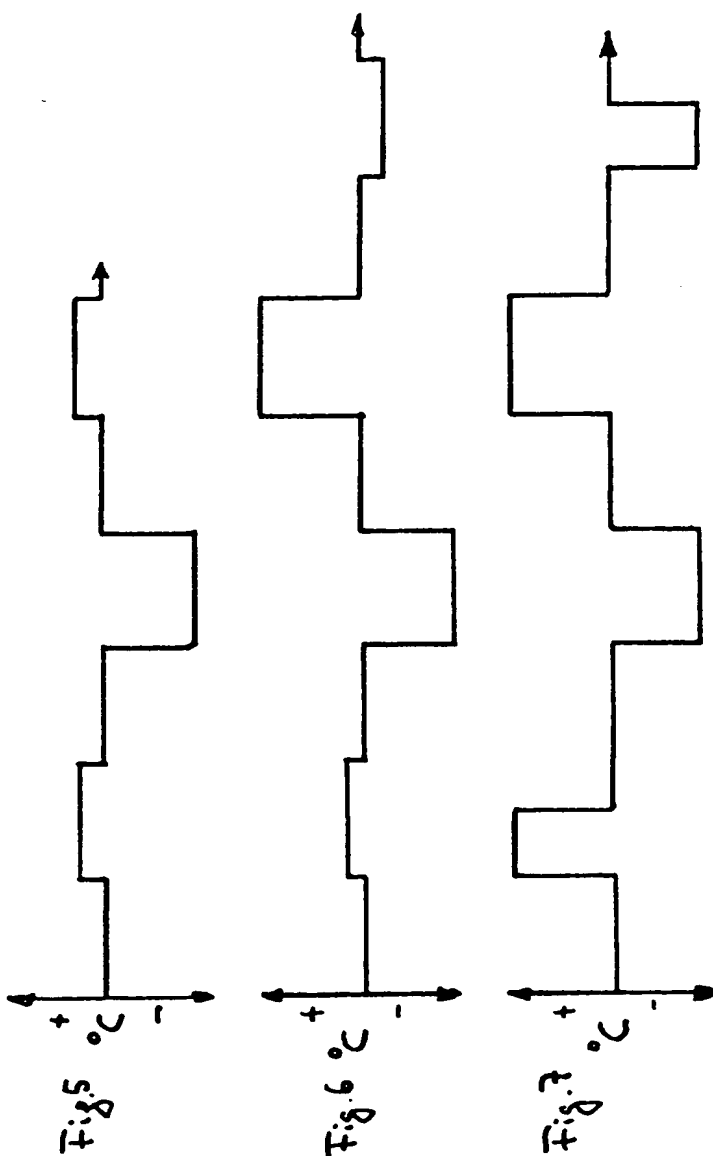
45

50

55







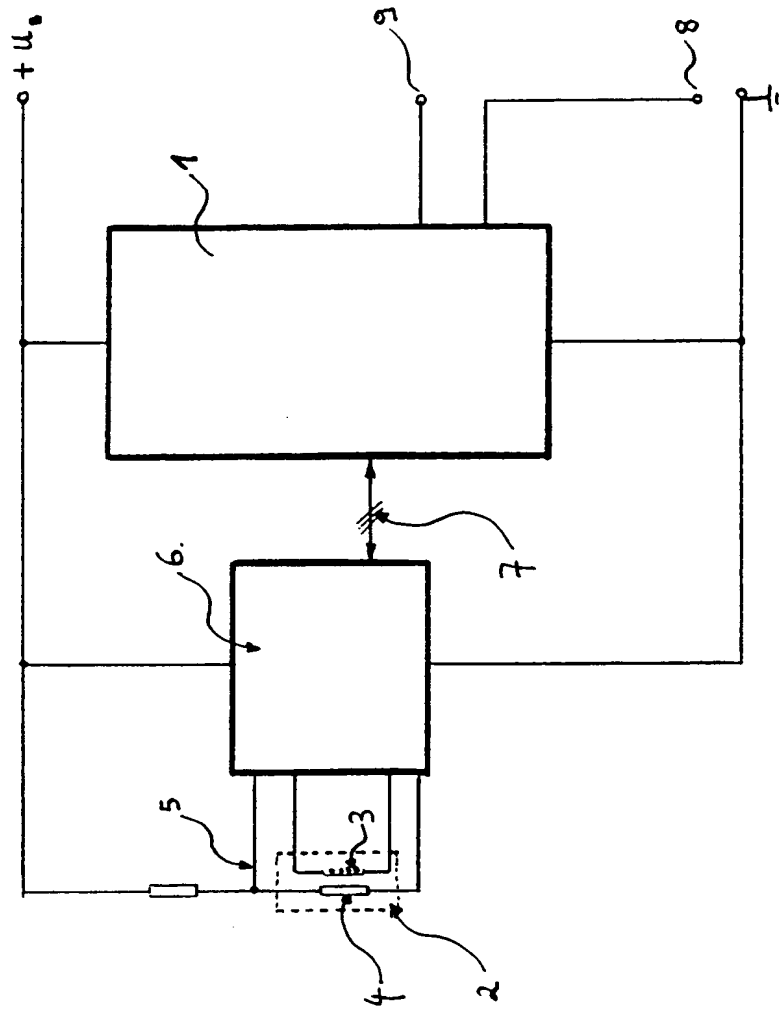


Fig. 8

Fig 9.

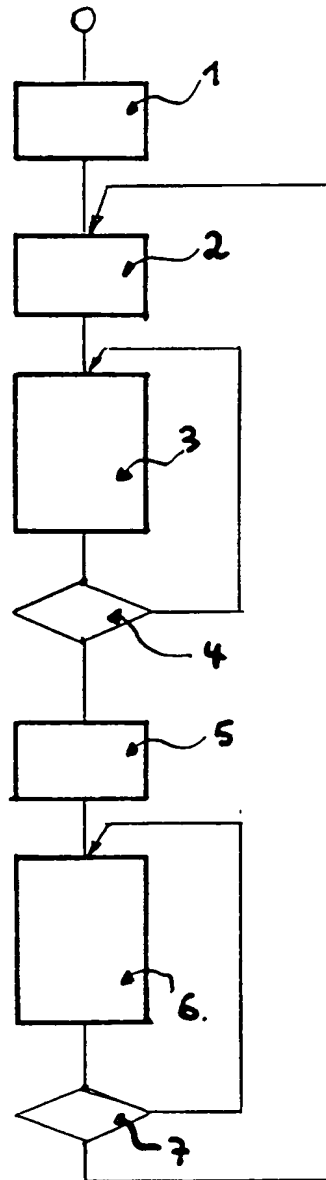
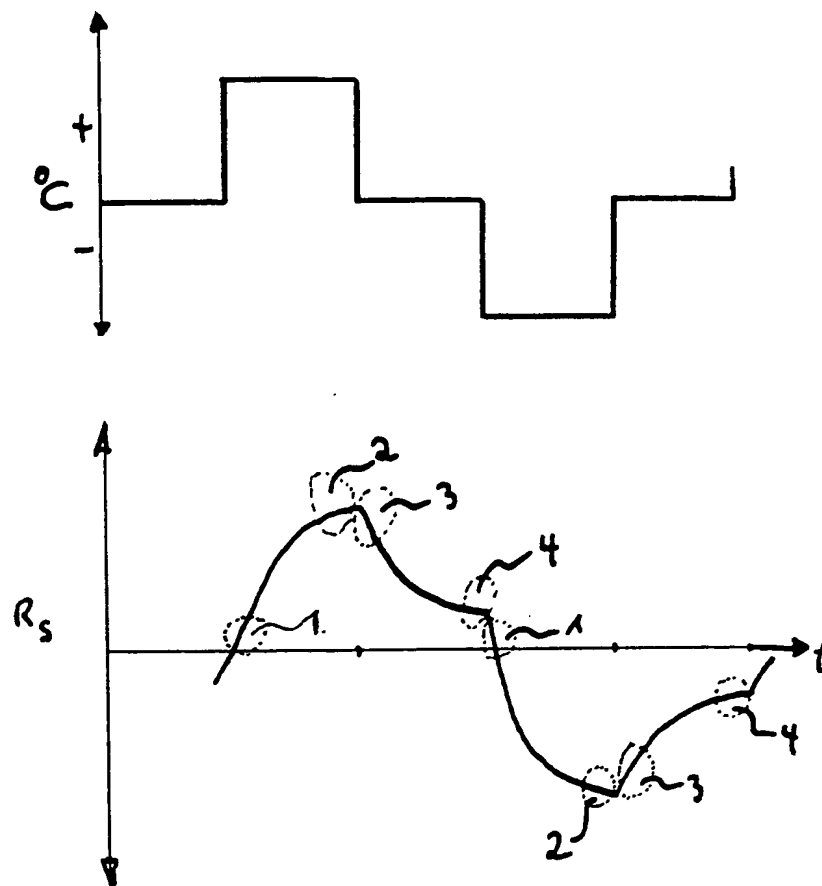


Fig. 10





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 8420

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, Bd. 16, Nr. 6, Juni 1995, NEW YORK, US, Seiten 286-288, XP000514732 R. E. CAVICCHI: "FAST TEMPERATURE PROGRAMMED SENSING FOR MICRO-HOTPLATE GAS SENSORS" * das ganze Dokument *	1	G01N33/00
Y	EP-A-0 075 101 (CERBERUS A.G.) * Zusammenfassung *	1	
A	US-A-4 399 684 (G. N. ADVANI) * Zusammenfassung *	1	
A	EP-A-0 092 068 (CERBERUS A.G.) * Zusammenfassung *	1	
A	SENSORS AND ACTUATORS B CHEMICAL, Bd. B8, Nr. 2, Mai 1992, LAUSANNE, CH, Seiten 187-189, XP000286954 SATOSHI NAKATA: "NEW STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF A GAS SENSOR BASED ON THE DYNAMIC CHARACTERISTICS: PRINCIPLE AND PRELIMINARY EXPERIMENT" * das ganze Dokument *	1	
A,D	WO-A-95 29072 (I.T.V.I. A.G.) * Zusammenfassung *	1	
A	US-A-3 949 599 (J. C. W. KRUSHOOP) * Zusammenfassung; Abbildung 3 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. Februar 1997	Prüfer Duchatellier, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

THIS PAGE BLANK (USPTO)